In the name of Allah, the Most Gracious, the Most Merciful



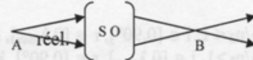
Rappel de cours sur l'optique géométrique.

Généralités :

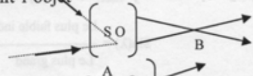
- La trajectoire de la lumière est toujours une ligne droite :
- Il existe des milieux transparents, translucides et opaques.
- La lumière traverse les milieux transparents.
- Une partie de la lumière traverse les milieux translucides.
- La lumière ne traverse pas les milieux opaques
- En traversant les milieux transparents la vitesse de la lumière diminue.
- L'indice de réfraction n est défini par :
- On définit la nature de l'objet et celle de l'image par :

$$n = \frac{C \text{ (Vitesse dans le vide } 3\ 10^8 \text{ m/s)}}{V \text{ (Vitesse dans le milieu considéré)}}$$

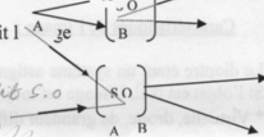
- Si la lumière arrive au système optique en divergeant, on définit l'objet réel.



- Si la lumière arrive au système optique en convergeant, on définit l'objet virtuel.



- Si la lumière s'éloigne en convergeant, on définit l'image réelle.
- Si la lumière s'éloigne du système optique en divergeant, on définit l'image virtuelle.

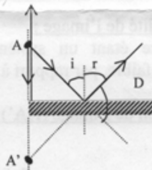


- tout milieux transparent qui devie la lumière est dit S.O
- tout système qui donne le couple (obj / img)

Réflexion et réfraction

Lois de la réflexion :

- Le plan de réflexion et le plan d'incidence sont confondus :
- L'angle d'incidence et l'angle de réflexion sont égaux.



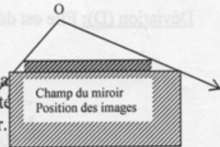
Caractéristiques de l'image :

Si l'objet est réel, l'image est toujours :

* Virtuelle, renversée, de même grandeur que celle de l'objet, située à égale distance de celle de l'objet par rapport au miroir. Sa position est donnée par l'intersection de la normale passant par l'objet et la direction émergente.

Visibilité de l'image :

L'image est vue par l'observateur (O) à condition quelle soit dans le cha[illegible] miroir. Le champ du miroir est défini par la position des images délimité[illegible] les directions des rayons lumineux limites passant par les bords du miroir.

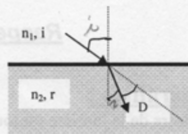


Déviation (D): Elle est définit par l'angle formé par la direction incidente et la direction émergente.

- il existe 2 types de source lumineuse : naturelle : soleil / artificielle : lampe
- la source lumineuse peut etre : directe : soleil / indirecte : lune
- les sources lumineuse peuvent être ponctuelle ou etollées

le E de vision depend de la position du miroire

Lois de la réfraction :



- Le plan de réfraction et le plan d'incidence sont confondus :
- L'angle d'incidence et l'angle de réflexion sont reliés par :

$$n_i \sin(i) = n_r \sin(r)$$

n air est le plus petit

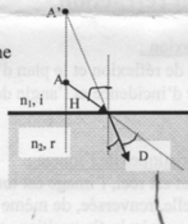
Analyse de l'équation de réfraction :
L'équation dépend de l'angle d'incidence i, de réfraction r et des indices n_1 et n_2.
On écrit $\sin(r) = n_1/n_2 \sin(i)$

- Si $n_1/n_2 < 1$, $i \in [0,90°]$, $r \in [0,\lambda_{max}]$, λ_{max}= l'angle max de réfraction, la réfraction est possible.
- Si $n_1/n_2 > 1$, $i \in [0,\lambda_{max}]$, $r \in [0,90°]$, λ_{max} = l'angle maximum d'incidence, la réfraction est possible.
- Si $n_1/n_2 > 1$, et $i \in]\lambda_{max},90°]$, $\in]\lambda_{max},90°]$, la réfraction n'est pas possible.

$$\text{Sin}(\lambda) = \frac{\text{Le plus faible indice}}{\text{Le plus grand}}$$

Caractéristiques de l'image :

Le dioptre étant un système astigmate, l'image doit avoir une **incidence faible**, par rapport à l'observateur.
Si l'objet est réel, l'image est toujours :
* Virtuelle, droite, de grandeur différente que celle de l'objet, située à une distance HA'.



Visibilité de l'image :
Le dioptre étant un système astigmate, l'image doit avoir une incidence faible, par rapport à l'observateur.

Position de l'image (HA') : Elle est donnée par la relation

$$HA' = \frac{n_1 \text{ (indice d'incidence)}}{n_2 \text{ (indice de réfraction)}} HA$$

Déviation (D): Elle est définit par l'angle formé par la direction incidente et la direction émergente.

$i_{lim} = \frac{n_{petit}}{n_{Grand}}$

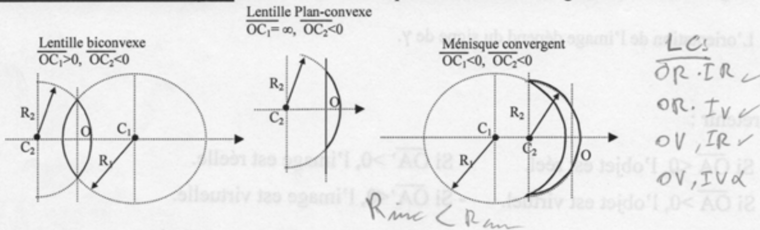
toute les réfraction sont acompagné par un reflection
le dioptre est S.O astigmate qui donne d'une obj réel une img virtuel
dans le dioptre l'img et obj se trouve du même coté

RAPPEL SUR LES LENTILLES :

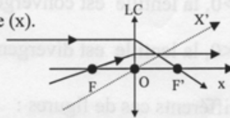
Définition : Une lentille est un système optique limité par deux dioptres dont l'un est obligatoirement sphérique.

Il existe des lentilles convergentes et des lentilles divergentes :

A : Les lentilles convergentes : IL existe trois types de lentilles convergentes.

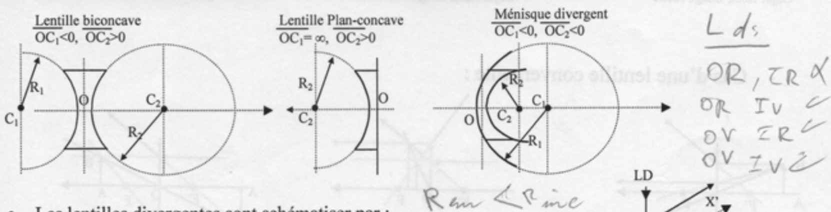


- Les lentilles convergentes sont schématiser par :
  - Un axe principal, l'axe de propagation de la lumière (x).
  - Un centre optique O.
  - Un foyer principal image (FPI), (F').
  - Un foyer principal objet (FPO), (F).
  - Des axes secondaires, et des foyers secondaires.

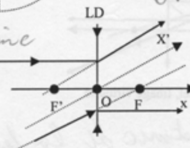


- Le (F.P.I) est le point de convergence de tous rayons lumineux arrivant parallèlement à l'axe principal.
- Le (FSI) est le point de convergence de tous rayons lumineux arrivant parallèlement à l'axe secondaire.
- Le (PFI) est l'ensemble des foyers secondaires images.
- Le (F.P.O) est le point de divergence de tous rayons lumineux sortant parallèlement à l'axe principal.
- Le (FSO) est le point de divergence de tous rayons lumineux sortant parallèlement à l'axe secondaire.
- Le (PFO) est l'ensemble des foyers secondaires objets.

B : Les lentilles divergentes : IL existe trois types de lentilles divergentes.



- Les lentilles divergentes sont schématiser par :
  - Un axe principal, l'axe de propagation de la lumière (x).
  - Un centre optique O.
  - Un foyer principal image (FPI), (F').
  - Un foyer principal objet (FPO), (F).
  - Des axes secondaires, et des foyers secondaires.



- Le (F.P.I) est le point de divergence de tous rayons lumineux arrivant parallèlement à l'axe principal.
- Le (FSI) est le point de divergence de tous rayons lumineux arrivant parallèlement à l'axe secondaire.
- Le (PFI) est l'ensemble des foyers secondaires images.
- Le (F.P.O) est le point de convergence de tous rayons lumineux sortant parallèlement à l'axe principal.
- Le (FSO) est le point de convergence de tous rayons lumineux sortant parallèlement à l'axe secondaire.
- Le (PFO) est l'ensemble des foyers secondaires objets.

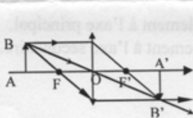
- <u>Caractéristique de l'image :</u>
  - La position de l'image et celle de l'objet est donnée par la relation : $\frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}}$
  - La nature de l'image dépend de la position de l'objet et de sa nature, ainsi que de la nature de la lentille.
  - La grandeur de l'image dépend du coefficient de grandissement : $\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$
  - L'orientation de l'image dépend du signe de γ.

- A retenir :

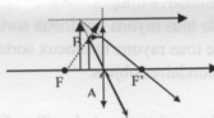
- Si $\overline{OA} < 0$, l'objet est réel. - Si $\overline{OA'} > 0$, l'image est réelle.
- Si $\overline{OA} > 0$, l'objet est virtuel. - Si $\overline{OA'} < 0$, l'image est virtuelle.
- Si $\overline{OF'} > 0$, la lentille est convergente. - Si $\gamma > 0$ l'image est droite.
- Si $\overline{OF'} < 0$, la lentille est divergente. - Si $\gamma < 0$ l'image est renversée.

Schéma des différents cas de figures :

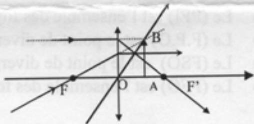
- Cas d'une lentille convergente :



Objet Réel, Image réelle

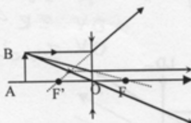


Objet Réel, Image virtuelle

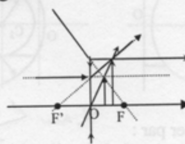


Objet virtuel, Image réelle

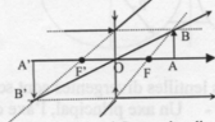
- Cas d'une lentille convergente :



Objet Réel, Image virtuelle



Objet virtuel, Image réelle

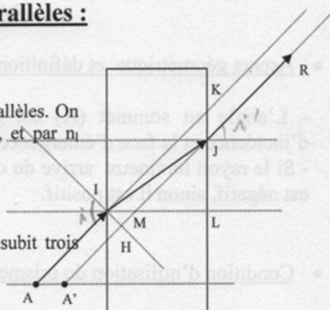


Objet virtuel, Image virtuelle

- la nature de la lentille ne dépend pas du sens de la lumière
- si $n_e > n_s$ la nature de la lentille ne change pas (si ≠ la nature change)

8

Lames à faces parallèles :



Définition :

Une lame à faces parallèle est l'assemblage de deux dioptres parallèles. On définit l'épaisseur e par la distance qui sépare les deux dioptres, et par n_l l'indice de la lame et par n_{ext} l'indice du milieu extérieur.

Aspect géométrique :

A la traversée d'une lame à faces parallèle le rayon lumineux subit trois déplacements :

- Un déplacement parallèle JK = e [tg (i) – tg (r)]
- Un déplacement perpendiculaire AA' = IM = e(1 – tg(r)/tg(i))
- Un déplacement latéral IH = e[sin(i-r)/cos(r)]

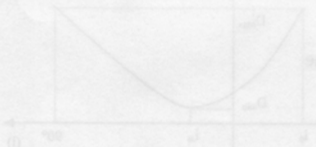
Caractéristique de l'image :

Dans le cas des faibles incidences, si l'objet est réel :

L'image est virtuelle, droite de même grandeur que l'objet, située à la distance AA' = e (1 – n_{ext}/n_{lame})

Association de plusieurs lames à faces parallèles :

Dans le cas de plusieurs lames à faces parallèles, le déplacement apparent AA' est la somme de tous les déplacements apparents de chaque lame prise séparément dans le même milieu extérieur..

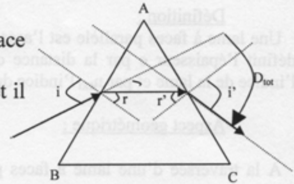


3

RAPPEL SUR LE PRISME

- Aspect géométrique et définition:

- L'angle au sommet (A) est l'angle formé par la face d'incidence et la face d'émergence
- Si le rayon lumineux arrive du coté de l'angle au sommet il est négatif, sinon il est positif.



- Condition d'utilisation du prisme :

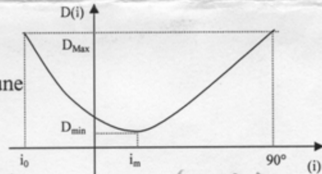
  - Condition d'émergence : $A \leq 2\ \lambda_P$, avec $\sin(\lambda_p) = n_{ext}/n_p$. λ angle lim du prism
  - Condition d'incidence: $i_0 \geq i \geq 90°$.

- Relations de la réfraction appliquée au prisme :

  - Face (AB) d'incidence: $n_{ext} \sin(i) = n_p \sin(r)$.
  - Face (AC) d'émergence: $n_p \sin(r') = n_{ext} \sin(i')$.
  - Relation entre les angles de réfraction interne r et r' : $r + r' = A$
  - La déviation totale est donnée par $D_{tot} = i + i' - A$

- Etude de la déviation du prisme :

i_0 est l'incidence qui correspond à une émergence rasante. Si $i = i_0 \rightarrow i' = 90°$



$i_0 =$ $n_{ext} \cdot \sin(i_0) = n_p \sin(A - \lambda)$ si $n_{ext} < n_p$

déviation minimal : $i = i'$ et $r = r' = \frac{A}{2}$

$\quad$ maximal $\rightarrow$ $i = i_0$ ou $i = 90°$

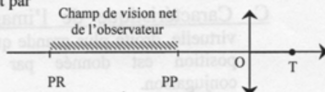
Rappel sur l'œil

A-Définition : C'est un système optique complexe constitué de plusieurs milieux transparents, essentiellement :

- Un cristallin : Lentille convergente de distance focale OF' variable.
- Un écran : Écran recevant les images vues par l'observateur.
- Un axe principale : Qui représente l'axe visuel.
- Un champ de vision : Il représente les limites des positions de l'objet vu par l'observateur.

B-Champ visuel : Il est limité par :

Le PUNCTUM REMOTUM : Le point le plus éloigné vu nettement par l'observateur, il est noté (PR).
Le PUNCTUM PROXIMUM : Le point le plus proche vu nettement par l'observateur, il est noté (PP).



Relation de conjugaison:

$$\frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}}$$

- $\overline{OA}$: Est la position de l'objet, entre le PP et le PR.
- $\overline{OA'}$: Est la position de l'image, toujours constante sur la tache jaune.
- $\overline{OF'}$: Est la position de la distance focale, variable.

C-Accommodation (Amplitude dioptrique): Est le pouvoir que possède l'œil de faire varier sa distance focale, afin de ramener l'image de l'objet observé sur la tache jaune.

On définit l'amplitude dioptrique par $A = C_{max} - C_{min}$.

*C_{max} est la vergence maximale, lorsque l'objet se trouve sur le PP.
* C_{min} est la vergence minimale, lorsque l'objet se trouve sur le PR.

D- Défauts de l'œil :

- D_1 : Œil de référence, œil normal ou emmétrope. Le PR = ∞, PP =25 cm.
- D_2 : Œil myope , œil trop convergent. Le PR à une distance finie, Le pp< 25 cm.

- On corrige la myopie avec des lentilles divergentes, tel que :
- O_lPR_C : Position de l'objet à l'infini.
- O_lPR_N : Position de l'image sur le PR net de l'observateur.
- O_lF_l' : Position de la distance focale de la lentille correctrice.

$$C = \frac{1}{O_lF_l'} = \frac{1}{O_lPR_N} - \frac{1}{O_lPR_C}$$

- D_3 : Œil Hypermétrope , œil moins convergent . Le PR est virtuel, Le pp> 25 cm.

- On corrige l'hypermétropie par des lentilles convergentes, tel que :
- O_lPR_C : Position de l'objet à l'infini.
- O_lPR_N : Position de l'image sur le PR virtuel de l'observateur.
- O_lF_l' : Position de la distance focale de la lentille correctrice.

$$C = \frac{1}{O_lF_l'} = \frac{1}{O_lPR_N} - \frac{1}{O_lPR_C}$$

- D_4 : Œil Presbyte, les muscle oculaire sont fatigués. Le PR ne change pas, Le pp plus éloigné.

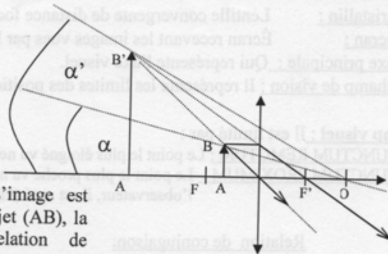
- On corrige la myopie avec des lentilles convergentes, tel que :
- O_lPP_C : Position de l'objet à voir.
- O_lPP_N : Position de l'image sur le PP net de l'observateur.
- O_lF_l' : Position de la distance focale de la lentille correctrice.

$$C = \frac{1}{O_lF_l'} = \frac{1}{O_lPP_N} - \frac{1}{O_lPP_C}$$

Rappel :

A -Définition : C'est un système optique destiné à voir les images des objets non accessibles à l'œil nu.

B- Aspect géométrique :



C- Caractéristique de l'image : L'image est virtuelle, droite plus grande que l'objet (AB), la position est donnée par la relation de conjugaison.

D- principe de vision nette : Pour que cette image soit vue, il faut quelle soit dans le champ de vision de l'observateur (O).

- Si l'image se trouve sur le (PR) de l'observateur (O), la vision se fait sans accommodation.
- Si l'image se trouve sur le (PP) de l'observateur (O), la vision se fait avec accommodation max.

E-Latitude de mise au point : Les positions limites de l'objet, donnant des positions limites des images (sur le PP et le PR) définit la latitude de mise au point. ($L = O_1A_1 - O_1A_2$)

- O_1A_1 : Première position de l'objet donnant une image ($A'_1B'_1$) sur le PR.
- O_1A_2 : Deuxième position de l'objet donnant une image ($A'_2B'_2$) sur le PP.

F- Puissance: La puissance de la loupe est définit par le rapport du diamètre apparent de l'image sur la grandeur de l'objet.

$$P = \frac{\alpha'}{\overline{AB}} = \frac{1}{\overline{O_1F'_1}}\left(1 - \frac{a}{\overline{OA'}}\right)$$

G- Grossissement : Il est définit par le rapport du diamètre apparent de l'image sur le diamètre apparent de l'objet.

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = P \cdot \overline{OPP}$$

H- Pouvoir séparateur : Pour que l'image A'B' soit vue par l'observateur il faut que son diamètre (α') apparent soit supérieur au pouvoir séparateur de l'œil de l'observateur (ε).

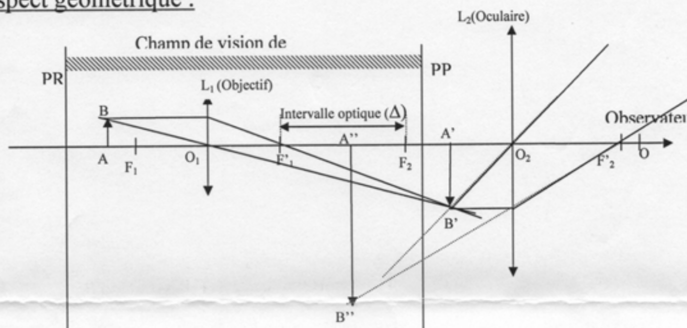
$$P = \frac{(\alpha' = \varepsilon_0)}{\overline{AB}_{min}}$$

RAPPEL

A : Définition :

- C'est un système optique destiné à l'observation des détails d'objets très petits. Il est constitué de deux lentilles convergentes, séparées par une distance (e).
- La lentille L_1 est dite objectif, l'objet doit se trouver légèrement devant F_1.
- La lentille L_2 est dite oculaire, l'image intermédiaire doit se trouver entre O_2 et F_2, L_2 est une loupe pour l'image intermédiaire.
- L'image finale est virtuelle, renversée plus grande que l'objet.

B : Aspect géométrique :



C : Mise au point : De la même manière que dans le cas d'une loupe, il représente les limites des positions de l'objet donnant une image dans le champ de vision de l'observateur.

- Vision au PR → Image finale $A_1''B_1''$ sur le PR ($A_1B_1 + L_1 \leftrightarrow A_1'B_1'$ entre $O_2F_2 + L_2 \leftrightarrow A_1''B''_1$ sur le PR)
- Vision au PP → Image finale $A_2''B_2''$ sur le PP ($A_2B_2 + L_1 \leftrightarrow A_2'B_2'$ entre $O_2F_2 + L_2 \leftrightarrow A_2''B''_2$ sur le PP)

D : Puissance du microscope: $$P_{mic} = \frac{\alpha''}{\overline{AB}} = P_{ocul} \cdot \gamma_{obj}$$

Remarque : * Lorsque l'image finale se trouve à l'infini, on défini la puissance intrinsèque du microscope.

$P_{int} = \Delta.C_1.C_2$.

* Toutes les relations de la loupe sont applicable au microscope.

E :Grossissement du microscope : $$G_{mic} = \frac{\alpha''}{\alpha} = P_{mic} \cdot \overline{OPP}$$

Remarques :

- Toutes les relations de la loupe sont applicables à l'oculaire du microscope.
- Le grossissement commercial est défini lorsque la puissance est intrinsèque et que le PP=25cm.
- $G_{com} = P_{int}^{mic} \cdot 0{,}25 = (\Delta . C_1 . C_2) / 4$

F : Pouvoir séparateur : Il est défini de la même manière que dans le cas de la loupe.